Bacteriologische Untersuchungen

über den

Keimgehalt der Luft und des Wassers

der

Warmleitung im chirurgischen Operationssaal der Rostocker Universitätsklinik.

Inaugural-Dissertation

verfasst und der

hohen medicinischen Facultät der Universität Rostock

zur

Erlangung der medicinischen Doctorwürde

vorgelegt von

Gustav Eichler

approb. Arzt

aus Parchim in Mecklenburg.

Rostock.

Universitäts-Buchdruckerei von Adler's Erben.

1891.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553607_0054

Bei dem fortwährend wachsenden Interesse, welches sowohl von Aerzten als auch von Laien der Hygiene entgegengebracht wird, ist es zu bewundern, dass über Untersuchungen der Luft in Krankensälen nur wenige Abhandlungen veröffentlicht sind, und dass über den Keimgehalt der Luft in Operationssälen, für welche man doch, um Infection der Wunden leichter zu vermeiden, eine möglichst keimfreie Luft beanspruchen muss, bislang gar keine Untersuchungen angestellt sind. Dagegen wird in der Litteratur über bacteriologische Untersuchungen der Luft in Wohnräumen, im Freien und auf der See mehrfach berichtet. Es war mir deshalb eine dankenswerthe Anregung von Seiten des Herrn Geheimrath Professor Madelung, mich mit der Erörterung jener Frage zu befassen und Untersuchungen vorzunehmen über den Keimgehalt der Luft des Operationssaales der hiesigen chirurgischen Universitätsklinik, welcher seit December 1889 in Gebrauch genommen ist, und bei dessen innerer Einrichtung alle modernen chirurgischen Prinzipien nach Möglichkeit zur Durchführung gekommen sind.

Zu dem zweiten Theile der Arbeit, der bacteriologischen Untersuchung des Wassers aus der Warmleitung der chirurgischen Klinik, gab mir ebenfalls Herr Geheimrath Madelung die Veranlassung. Herrn

Professor Madelung war mündlich mitgetheilt worden, dass das in der neuerbauten Göttinger chirurgischen Universitäts-Klinik bei der Wundbehandlung zur Verwendung gelangende, aus der Warmleitung entnommene Wasser bei fachmännischerseits angestellten Untersuchungen niemals Bacterien enthalten hätte. In Folge dessen trug Herr Professor Madelung sich mit dem Gedanken, eventuell auch in hiesiger chirurgischer Universitätsklinik das Wasser der Warmleitung ohne vorherige Sterilisation durch Kochen, beziehungsweise ohne Zusatz von Desinficientien zur Reinigung von Wunden zu benutzen. Er wünschte deshalb die Vornahme der betreffenden bacteriologischen Untersuchungen. Letztere wurden denn mit den der Luft und dem Wasser entnommenen Proben unter Leitung und Aufsicht des Herrn Professor Uffelmann im hygienischen Institute zu Rostock vorgenommen.

Ehe ich jedoch die Methode der Untersuchungen und das Ergebniss der letzteren mittheile, werde ich noch kurz die in der Litteratur verzeichneten Abhandlungen über Untersuchungen der Luft in Binnenräumen anführen.

v. Eiselsberg[1]) untersuchte auf einer chirurgischen Abtheilung die Luft auf ihren Keimgehalt und bestimmte die Qualität der Bacterien vermittelst mit Nährgelatine versehener, der Luft längere Zeit ausgesetzter Glasplatten. Unter den beobachteten Bacterien befanden sich Schimmel-, Hefe- und Staphylococcen-Pilze und nur einmal eine Kolonie von Staphylococcus pyogenes aureus. Als die Platten der Luft eines Saales exponirt wurden, in welchem vier Erysipelkranke lagen, kamen in zwei Versuchsreihen mit je drei Platten, welche unter, auf und

[1]) v. Langenbeck's Archiv. B. 35, H. I.

zwischen die Betten der Erysipelkranken gesetzt waren, auf je einer Gelatine- und Agar-Platte, ausser den oben erwähnten Mikrobenarten, noch 4 bis 8 Streptococcen-Colonien zur Entwicklung, welche sich nach ihrem morphologischen, culturellen und thierpathologischen Verhalten als identisch mit denen des Streptococcus erysipelatis herausstellten.

Cornet[1]) stellte bacteriologische Untersuchungen des in der Luft von Krankensälen suspendirten Staubes an. Unter 38 in 7 Spitälern entnommenen Staubproben war der Staub 4 Mal ganz frei von pathogenen Keimen. Unter 11 Proben aus 3 Irrenanstalten fanden sich pathogene Keime 1 Mal, unter 5 Proben aus 2 Gefängnissen 1 Mal; unter 62 Proben aus Krankenstuben von Privatphthisikern 2 Mal; unter 12 Proben aus Polikliniken und einem Waisenhause 2 Mal; unter 3 Proben aus chirurgischen Sälen 2 Mal; unter 19 Proben von Strassenstaub fanden sich 5 Mal pathogene Keime.

Von den 392 mit Staub geimpften Thieren starben 59 an Tuberkulose und zwar von den Thieren, welche geimpft waren mit Staub aus:

Krankenhäusern	21 %,
Gefängnissen	0 %,
Räumen von Privatphthisikern	19 %,
Irrenanstalten	9 %,
chirurgischen Sälen, Strassen, Polikliniken	0 %,

Cornet berechnet demnach, dass das tuberkulöse Gift am häufigsten in Krankenhäusern, dann in Privatwohnungen von Phthisikern und nächstdem in Irrenanstalten angetroffen wird.

---

[1]) Zeitschrift für Hygiene V.

Die Frage, ob die Luft, in welcher Tuberkulöse leben, infectiös wirkt, wird von Bollinger[1]) negativ beantwortet, und zwar beruft er sich auf die wiederholt von v. Wehde angestellten Versuche, bei welchen in der Exspirationsluft von Tuberkulösen niemals Tuberkelbacillen aufgefunden werden konnten.

Petri[2]) untersuchte quantitativ die Luft in dicht bewohnten Häusern, ferner in Arbeitssälen und endlich in Viehställen und gelangte zu folgenden Resultaten. In dem Hofraum eines dichtbewohnten Häusercomplexes zu Berlin fand er den Keimgehalt schwankend zwischen 0 bis 1071 pro Cbm.; auf dem Dache des Hauses ergab die Untersuchung dagegen nur 330 bis 510 Keime pro Cbm. In dem Arbeitssaal fanden sich durchschnittlich in einem Cbm. 600 Keime, jedoch war diese Zahl nicht an allen Punkten des Saales constant, sondern es betrug die Menge der Keime z. B. an der Saaldecke nur 30, dagegen am Fenster wiederum 763 pro Cbm.; der Keimgehalt der Luft in Viehställen war auch nach dem jedesmaligen Untersuchungspunkte ein verschiedener; so fanden sich am Eingange des Stalles nur 710 bis 800 Keime, im Hintergrunde hingegen bis zu 32 000 Bacterien.

Ueber bacteriologische Untersuchungen der Luft in Wohnräumen machten Miquel und Freudenreich[3]) Mittheilungen. Dieselben fanden in neuen vor kurzem bezogenen Häusern durchschnittlich 4500, in alten Häusern dagegen 360 000 und in einem alten Spitale 79 000 Mikroben pro Cbm.

Uffelmann[4]) stellte wiederholte sorgfältige Untersuchungen über den Keimgehalt der Luft in

[1]) Bollinger, Aetiologie der Tuberkulose. 1883.
[2]) Zeitschrift für Hygiene. 1887. III.
[3]) Centralblatt für allgem. Hygiene.
[4]) Archiv für Hygiene. VIII.

seinen Wohnzimmern an und machte namentlich über seine Untersuchungsmethoden genaue Mittheilungen; die Methode zur quantitativen Bestimmung der Mikroorganismen in der Luft ist weiter unten ausführlich beschrieben.

Schliesslich sei noch aus den Abhandlungen von Frankland und Hart[1]) erwähnt, dass von diesen Forschern der durchschnittliche Keimgehalt von Binnenräumen auf 130 bis 432 Mikroben pro 10 Liter angegeben wurde.

Nach diesen angeführten Untersuchungen würde der durchschnittliche Keimgehalt der Luft von Wohnräumen 300 bis 400 Mikroben pro 10 Liter betragen, und was die Art der Keime anlangt, so sind die verschiedenartigsten Schimmel-, Spross- und Spalt-Pilze, von pathogenen Keimen aber nur der Staphylococcus pyogenes aureus und der Tuberkelbacillus nachgewiesen worden.

Ueber die Methoden der bacteriologischen Untersuchungen der Luft wird Folgendes in der Litteratur angegeben:

Zur qualitativen Bestimmung der Mikroorganismen in der Luft benutzte Koch[2]) kleine mit steriler Nährgelatine gefüllte Glasschälchen, welche sich in einem sterilen, mit Watte verschlossenen Glascylinder befanden. Entfernte man den Wattepfropf, so fielen die Keime aus der Luft auf die Gelatine, konnten sich auf derselben entwickeln und dann unter dem Mikroskop untersucht werden. Ausser diesen Glasschälchen benutzte Koch auch noch Glasplatten, auf welche sterile Nährgelatine ausgegossen war, und die dann der Luft längere Zeit exponirt wurden.

---

[1]) Proc. of the roy. acad. of London.

[2]) Koch, Vortrag auf dem 11. deutschen Aerztetage. 23. Juni 1883.

Die Untersuchungsmethoden zur quantitativen Bestimmung der Keime in der Luft haben alle das Gemeinsame, dass vermittelst eines Asspirators eine bestimmte Quantität Luft durch einen Apparat, von dem die Keime aufgefangen werden, hindurch gesaugt wird; alsdann lässt sich aus der Quantität der hindurchstreichenden Luft und der Menge der aufgefangenen Keime der Keimgehalt für eine bestimmte Anzahl Liter Luft berechnen.

Emmerich[1]) benutzte zum Auffangen der Keime einen aus Glas gefertigten mit 70 bis 80 cm langen Windungen versehenen Spiralapparat. Derselbe wurde mit Nährgelatine gefüllt und mit einem Asspirator in Verbindung gesetzt. Auf dem Wege, den nun die Luft durch die Gelatine zurücklegen musste, wurden sämmtliche Keime in der Nährgelatine zurückgehalten, und man konnte dann die Entwicklung der Keime verfolgen und die Anzahl der Kolonien feststellen.

Hesse[2]) verwendete zur quantitativen Bestimmung der Pilze eine sterile, mit Nährgelatine versehene Glasröhre und liess mittelst eines Asspirators eine bestimmte Quantität Luft durch die Gelatine streichen.

Beide Methoden haben den Nachtheil, dass es bei dem blossen Durchstreichen der Luft durch die Gelatine nicht möglich ist, die zurückgehaltenen Keime in der Nährflüssigkeit möglichst zu vertheilen, so dass, wenn an einer Stelle der Gelatine mehrere Keime aufgefangen werden, und bei der Kolonieentwicklung in einander verschmelzen, einzelne Keime leicht ganz übersehen werden, und das Resultat fehlerhaft wird.

---

[1]) Archiv für Hygiene. 1883.

[2]) Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt. II.

Flügge[1]) und Petri[2]) bedienten sich, um die in der Luft suspendirten Mikroben aufzufangen, der Filtrationsmethode. Durch ein steriles, doppeltes Sand- oder Glaswollefilter werden bestimmte Liter Luft hindurchgesaugt, das Filtermaterial wird dann mit Gelatine übergossen und die Zahl der sich entwickelnden Kolonien bestimmt.

Uffelmann[3]) benutzte als Filtermaterial ebenfalls Sand oder Glaswolle, doch wurde dasselbe nach dem Durchstreichen der Luft nicht sofort mit Nährgelatine übergossen, sondern in einem sterilen Glase mit einigen ccm sterilen Wassers tüchtig geschüttelt, um auf diese Weise die aufgefangenen Mikroben möglichst zu vertheilen. Hierauf wurde erst die Nährgelatine zu dem die Keime enthaltenden Wasser hinzugesetzt und das Ganze auf Platten ausgegossen.

Hüppe und v. Schlen[4]) asspirirten die die Keime enthaltende Luft durch ein Reagensglas, welches mit einem doppeldurchbohrten Gummistöpsel verschlossen und bis zur Hälfte mit Agar oder Gelatine gefüllt war. Durch die eine Öffnung des Stöpsels führt eine Glasröhre bis unter das Niveau des Nährmaterials, in der anderen Öffnung befindet sich eine kurze Glasröhre, welche mit dem Asspirator in Verbindung steht. Tritt der Asspirator in Function, so streicht die Luft durch die Glasröhre, die bis in das durch ein Wasserbad verflüssigte Nährmaterial hinabreicht, und giebt daselbst die Keime ab.

Als das bequemste und exacteste Verfahren bezeichnet Hüppe dasjenige, die Keime nach Petri

---

[1]) Die Mikroorganismen. 2. Aufl.

[2]) Zeitschrift für Hygiene. III. H. I.

[3]) Uffelmann, Handbuch der Hygiene.

[4]) Hüppe, Methode der Bacterienuntersuchung. 1891 V. Auflage.

oder Frankland mit Glaswolle oder Sand aufzufangen, dieses Material nach Uffelmann in sterilem Wasser auszuschütteln, und dann erst Waschwasser und Filtermaterial in Kölbchen mit verflüssigter Gelatine einzutragen.

Zur qualitativen Untersuchung der Keime in der Luft des chirurgischen Operationssaales verwendete ich sterile mit Nährgelatine halb gefüllte, und durch genau passende Deckel verschliessbare, wenig tiefe Glasschälchen nach Art der Petri'schen. Diese Glasschalen, welche ich in zwei verschiedenen Grössen benutzte und von denen ich der Kürze wegen im Folgenden die grössere mit Platte I, die kleinere mit Platte II bezeichnen will, sind kreisrund, ziemlich flach, aus 2 mm starkem Glase gefertigt. Die Seitenränder stehen senkrecht zur Bodenfläche, sind 5 mm hoch und an dem oberen Rande abgeschliffen. Die Deckel sind ebenso gearbeitet wie die Unterschalen, nur ist ihr Durchmesser um ein Geringes grösser, so dass die Ränder der Deckel über die Seitenwände der unteren Schalen fassen und auf diese Weise verhindern, dass Keime auf die Gelatine gelangen können.

Vor Anstellung der Versuche wurden die Glasschalen mit der Gelatine mehrere Stunden im Trockenofen keimfrei gemacht und dann, sorgfältig verschlossen, in den Operationssaal geschafft.

Die Versuche selbst wurden am Vormittage angestellt, zum Theil zu einer Zeit, bis zu welcher Niemand am Morgen den Saal betreten hatte. Zum Theil fanden die Versuche statt, nachdem allerdings die Wärter im Saale die Sitzplätze vom Staub gereinigt hatten, jedoch vor dem Erscheinen der Studenten. Ein Mal wurde die Luft untersucht während einer Operation und ein Mal, nachdem seit 24 Stunden Niemand den Saal betreten hatte. Die Aufstellung

der Schalen geschah ungefähr in der Mitte des geräumigen Saales, entweder auf dem Operationsbette oder auf einem besonderen Sessel.

Während die Schalen exponirt waren, wurden die Deckel durch eine Glasglocke vor Verunreinigung geschützt. Nach Ablauf einer bestimmten Zeit wurden die Schalen wieder sorgfältig verschlossen und im hygienischen Institute in einem gut geheizten Zimmer aufbewahrt. Nach 4 bis 5 Tagen hob ich den Deckel ab, stellte die Anzahl der entwickelten Kolonien fest und bestimmte dieselben, soweit thunlich, makroskopisch, oder es wurden Trockenpräparate angefertigt und unter dem Mikroskop untersucht.

Zu dem Zwecke nahm ich mit einer durch Glühen sterilisirten Platinnadel eine geringe Menge von einer Kolonie, verrieb dieselbe auf einem Deckglase mit einem Tropfen destillirten Wassers und machte das Ganze lufttrocken. Das hierauf mit Genzianaviolett gefärbte Präparat wurde dann unter dem Mikroskop mittelst Oelimmersion untersucht. Konnte ich auf diese Weise die Art der Mikroben nicht bestimmen, so wurden Stichculturen angelegt und von diesen nach einigen Tagen Trockenpräparate angefertigt.

Es folgen die Versuche:

I.

Am 7. November 1890 wird, bevor der Saal von Jemandem betreten ist, Platte I 30 Minuten hindurch der Luft exponirt. An den folgenden Tagen zeigen sich auf der Oberfläche der Gelatine im Ganzen 72 Kolonien, von denselben sind 5 makroskopisch als Schimmelpilze erkennbar; die Kolonien, welche die Gelatine verflüssigen, bilden schwach gelbliche und gelblich-braune Plaques und bestehen aus Staphylococcen, die aber nicht zu den bisher

bekannten pathogenen gehören. Ausserdem finden sich noch einige Kolonien von Micrococcus candicans.

II.

Am 8. November wird, nachdem die Studenten die Plätze eingenommen und die Klinik begonnen hat, Platte II 30 Minuten exponirt. Nach mehreren Tagen zeigen sich 53 Kolonien, darunter ein Schimmelpilz und eine Kolonie Micrococcus candicans. Unter den verflüssigenden Pilzen befindet sich ein rasch verflüssigender, der unter dem Mikroskop trefflich entwickelte Leptotrixfäden zeigt und als Proteus vulgaris erkannt wird. Eine langsam verflüssigende, gelbliche Plaques bildende Kolonie besteht aus Staphylococcus pyogenes aureus, wie sich aus einer Weiterzüchtung in Stichkultur und Strichkultur und aus dem Ergebniss einer Verimpfung herausstellte.

III.

Am 19. November wird vor Betreten des Saales Platte I 20 Minuten der Luft ausgesetzt; während die Platte aufgestellt ist, wird von einem Diener durch Abkehren der Sitzplätze Staub aufgewirbelt. Nach 5 Tagen zeigen sich 56 Kolonien, darunter sind: 6 Schimmelpilze und mehrere Kolonien von Micrococcus candicans. Unter den verflüssigenden Kolonien befindet sich eine solche von Proteus vulgaris, keine von Staphylococcus pyogenes; eine Kolonie, welche sehr langsam verflüssigte und sich durch roth-gelbliche Färbung der Plaques auszeichnet, besteht aus Bacterium aërogenes.

IV.

Platte II. wird am 20. November 30 Minuten lang sofort, nachdem die Zuhörer die Klinik verlassen haben, exponirt; während der Aufstellung

wird noch eine grössere Operation vorgenommen. Nach 7 Tagen finden sich auf der Gelatine 33 Kolonien, darunter sind: ein Schimmelpilz und mehrere Kolonien' Micrococcus candicans. Unter den die Mehrzahl bildenden verflüssigenden Kolonien befindet sich auch eine solche von Proteus vulgaris, keine von Staphylococcus pyogenes aureus.

V.

Am Sonntag, den 30. November, wird des Mittags Platte I 30 Minuten aufgestellt, nachdem seit fast 24 Stunden der Saal nicht betreten wurde. Nach 10 Tagen finden sich 5 Kolonien, davon sind drei Schimmelpilze; eine Kolonie besteht aus Micrococcus candicans. Die einzige verflüssigende Kolonie bildet graugelbe Plaques. Unter dem Mikroskop erscheinen die Organismen der letzteren als kurze Stäbchen, welche bisweilen zu Fäden vereinigt sind und sich als Bacillus subtilis erweisen. Kolonien von Staphylococcus pyogenes oder von anderen pathogenen Mikroorganismen waren nicht vorhanden.

Trotzdem man annehmen sollte, dass sich in einem Operationssaale am meisten Gelegenheit bietet. zur Verunreinigung der Luft durch Bacterien und besonders durch pathogene Keime, so ist im Gegensatz hierzu das Resultat der oben angeführten Untersuchungen als ein sehr günstiges zu bezeichnen. Denn von pathogenen Keimen ist nur ein einziges Mal eine Kolonie von Staphylococcus pyogenes aureus beobachtet worden. Was die übrigen aufgefundenen Keime anlangt, so sind, abgesehen von den Schimmelpilzen und dem Micrococcus candicans, welche als nicht schädlich anzusehen sind und sich auch in jeder im hygienischen Sinne als „gut" zu bezeichnenden Luft vorfinden, bei sämmtlichen Versuchen nur Staphylococcen, die aber nicht pathogen

sind, gefunden worden. Deshalb ist die Luft im Operationssaal keineswegs schlechter als die Binnenluft von anderen Wohnräumen und steht in Rücksicht auf die Beschaffenheit der vorhandenen Keime der Aussenluft an Werth sehr nahe.

Der Uebersicht halber seien die aufgefundenen Keime nochmals aufgeführt:

1. Nicht verflüssigende Keime:
   Schimmelpilze,
   Micrococcus candicans.
2. Verflüssigende Keime:
   Nicht pathogene Staphylococcen,
   Proteus vulgaris,
   Bacterium aërogenes,
   Bacillus subtilis.
3. Pathogene Keime:
   Staphylococcus pyogenes aureus.

Zur quantitativen Bestimmung der in der Luft suspendirten Keime benutzte ich die von Uffelmann [1]) angegebene Filtrationsmethode und hierbei als Filter sowohl Sand als auch zerkleinerte Glaswolle. Dies Filtermaterial wurde durch Erhitzen steril gemacht und dann in eine sterile 15 cm lange, unten spitz ausgezogene, aber offene Glasröhre gethan. Zur Aufnahme des Sandes oder der Glaswolle war das Lumen der Glasröhre am oberen Ende in einer Länge von 2 cm etwas weiter aufgeblasen und bildete einen 2 cm langen, 7 mm im Lumen messenden Cylinder, der sich dann mit einer konischen Verjüngung in die 2 mm weite Glasröhre fortsetzte. Damit nun das Filtermaterial nicht in die enge Glasröhre hinabfiel, wurde vor dem Füllen des Cylinders ein kleiner steriler Wattepfropf in den konischen Theil desselben gethan, und nach der

[1]) Uffelmann. Handbuch der Hygiene.

dann erfolgten Füllung des Cylinders wurde letzterer wieder mit steriler Watte verschlossen.

Diese Filtervorrichtung wurde mit einem Asspirator in Verbindung gesetzt. Derselbe besteht aus einer 10 Liter Wasser fassenden Flasche, welche mit einem doppelt durchbohrten Gummistöpsel verschlossen ist. Durch die eine Oeffnung des Stöpsels führt eine Glasröhre, die durch einen Gummischlauch mit der Filterröhre in Verbindung steht, bis unter das Niveau der gefüllten Flasche. Durch die andere Oeffnung des Gummipfropfes ist die Flasche mit einer Hebervorrichtung, durch welche sie entleert werden kann, in Verbindung gesetzt. Verbindet man nun die gefüllte Flasche mit der Filterröhre und entfernt den an der Hebervorrichtung befindlichen Klemmhahn, so streichen in dem Masse, wie das Wasser abfliesst, 10 Liter Luft durch das Filtrum, und es werden, nachdem der das Filtrum verschliessende Wattebausch entfernt ist, alle in der Luft suspendirten Keime vom Filtermaterial zurückgehalten. Damit man nun sicher war, dass alle asspirirte Luft wirklich durch das Filter strich und nicht etwa durch einen undichten Verschluss des Apparates, so wurde zwischen Asspirator und Filterröhre noch ein Controllapparat eingeschaltet. Derselbe besteht aus zwei zur Hälfte mit sterilem Wasser gefüllten, in einem Stativ befestigten Reagensgläsern. Die Oeffnungen der Gläser sind mit doppelt durchbohrten Gummistöpseln verschlossen. Durch die eine Oeffnung des Stöpsels auf dem esten Glase ist die Filterröhre mit dem spitz ausgezogenen Ende bis in das destillirte Wasser hinabgeschoben. In der anderen Oeffnung des Stöpsels befindet sich eine kurze Glasröhre, welche nicht in das Wasser hinabreicht und aussen durch einen Gummischlauch mit einer in dem Verschluss des zweiten Reagensglases

befindlichen Glasröhre in Verbindung steht; letztere reicht wieder in das Wasser hinab. In der anderen Oeffnung des das zweite Glas verschliessenden Pfropfes befindet sich eine kurze Glasröhre, die aussen mit dem Asspirator durch einen Gummischlauch verbunden ist.

Lässt man nun die Hebervorrichtung des Asspirators in Funktion treten, so streicht, dem abfliessenden Wasser folgend, die Luft durch die Filterröhre und das Wasser der Reagensgläser hindurch, und bewirkt in letzterem das Aufsteigen von Blasen, woran man erkennen kann, dass sämmtliche asspirirte Luft durch das Filter streicht, und dass, sobald die 10 Liter Wasser abgeflossen, auch 10 Liter Luft filtrirt worden sind.

Nachdem durch diesen Apparat je 10 Liter Luft asspirirt waren, wurde die Filterröhre durch Watte verschlossen. Im hygienischen Institute wurde sodann der Sand oder die Glaswolle in einem sterilen Glase mit je 5 ccm sterilem Wasser vermischt und nach Verschluss des Glases tüchtig geschüttelt, um die Keime möglichst zu vertheilen. War dies erreicht, so wurde zu dem Inhalt der Gläser sterile verflüssigte Gelatine gethan und das Ganze auf Platten ausgegossen; letztere wurden unter Glasglocken vor Verunreinigung geschützt. In den nächsten Tagen konnte man dann die Entwickelung der Kolonien beobachten und die Zahl der aufgefangenen Keime feststellen. Nach dieser Methode wurde je ein Versuch mit Sand- und Glaswolle-Filter angestellt.

I.

Nach Beginn der Klinik wurden durch das Sandfilter 10 Liter Luft asspirirt, und zwar war die Klemmvorrichtung am Heberapparat so gestellt, dass 10 Liter Wasser in circa 30 Minuten abflossen.

Nach 5 Tagen zeigten sich auf der Plattenkultur 30 Kolonien und es nahm die Zahl derselben an den folgenden Tagen nicht mehr zu. Da 2 Kolonien ein ganz anderes Aussehen zeigten, als früher bei der qualitativen Untersuchung der Keime beobachtet war, so wurden dieselben noch qualitativ untersucht. Die eine Kolonie bildete graue, nicht verflüssigende Plaques; unter dem Mikroskop erkannte man kurze Stäbchen, welche zu schönen Fäden angeordnet waren und als solche ein grosses Geflecht bildeten; die Keime wurden als Cladotrix dichotoma erkannt. Die andere Kolonie bildete gelblich-braune Plaques, welche ein zerfressenes Aussehen zeigten, im Trockenpräparat wurden sie als Sarcina intestinalis bestimmt.

II.

Ebenfalls während der Klinik wurden 10 Liter Luft durch das Glaswollfilter asspirirt. Nach 5 Tagen zeigten sich in der Plattenkultur 34 Kolonien, welche zum grössten Theile die Gelatine verflüssigten.

Aus dem Ergebniss dieser Versuche zu schliessen, beträgt der Keimgehalt der Luft des hiesigen chirurgischen Operationssaales 3 bis 4 Keime pro Liter, ein Resultat, welches dem Bacteriengehalt der Aussenluft ziemlich gleich ist, und welches den an die Binnenluft gestellten hygienischen Anforderungen völlig genügen muss.

Bei der Untersuchung des Wassers aus der Warmleitung der chirurgischen Klinik ging ich von der allgemeinen Annahme aus, dass durch das Erhitzen einer Flüssigkeit bis zum Siedepunkt die in der Flüssigkeit enthaltenen Mikroorganismen sämmtlich abgetödtet würden. Dieser allgemeinen Annahme gegenüber suchte ich festzustellen, ob nur

durch die Siedetemperatur die Keime getödtet würden, oder ob man dies schon dadurch erreichte, dass das die Mikroben enthaltende Wasser längere Zeit hindurch stark erwärmt, aber nicht bis zum Sieden gebracht würde.

In der Litteratur ist über bacteriologische Untersuchungen von höher temperirtem Wasser, soviel ich habe auffinden können, nur eine Abhandlung von Miquel[1]) veröffentlicht. Derselbe berichtet, dass bei seinen Untersuchungen das Wasser nach $^1/_4$stündigem Sieden noch eine Menge, allerdings nicht pathogene, Bacillen enthielt, und dass, um die Keime abzutödten, eine Temperatur von 110 bis 115° R. nöthig sei. Mit diesen Ergebnissen im Widerspruch theilt Herr Professor Wolffhügel aus Göttingen auf eine diesbezügliche Anfrage von Seiten des Herrn Professors Uffelmann mit, dass bei seinen wiederholten Untersuchungen des im Operationssaal der chirurgischen Klinik zur Verwendung kommenden warmen Wassers, dasselbe jedesmal keimfrei befunden wurde.

Wie die Erwärmung des Wassers in der Göttinger Klinik geschieht, ob dasselbe zum Sieden gebracht oder nur während längerer Zeit auf höhere Temperatur erhitzt wird, darüber ist mir nichts bekannt. Die Bereitung des warmen Wassers für die hiesige chirurgische Klinik geschieht auf folgende Weise:

In dem 3 Etagen hoch gelegenen Dachgeschoss eines Treppenthurms des städtischen Krankenhauses, an welches der medicinisch-chirurgische Unterrichtsflügel, der auch den chirurgischen Operationssaal enthält, angelehnt ist, befindet sich ein circa 4500 Liter fassendes eisernes Wasserbassin. In dasselbe fliesst aus einem Hahn der Kaltwasserleitung

[1]) Journal d'hygiène, p. 417.

Leitungswasser, und aus dem Boden des Bassins führt ein weitverzweigtes Röhrenetz in die einzelnen Räume des Krankenhauses. Zur Erwärmung des im Bassin fliessenden Wassers wird durch ein Rohr aus dem Dampfkessel der Anstalt heisser Wasserdampf in den Wasserbehälter geleitet. Auf der Oberfläche des Bassins befindet sich ein Schwimmer, welcher durch ein Hebelwerk mit dem Hahn der Kaltwasserleitung in Verbindung steht. Fliesst nun aus dem Bassin eine grössere Menge warmen Wassers ab, so sinkt in Folge dessen der Schwimmer und öffnet gleichzeitig den Hahn der Kaltwasserleitung, und mit der allmählichen Füllung des Bassins verschliesst der emporsteigende Schwimmer wieder den Zuflusshahn; auf diese Weise wird bewirkt, dass das Bassin bis zu einem gewissen Grade fortwährend gefüllt ist. In Folge des jeweiligen grösseren Verbrauchs von warmem und des Zuflusses von kaltem Wasser erreicht das Wasser des Bassins niemals die Siedetemperatur. Das Wasser, welches auf den Kranken-Stationen zur Verwendung gelangt, ist deshalb noch niedriger temperirt. Das aus der Wasserleitung des chirurgischen Operationssaals entnommene Wasser zeigte als Maximum + 53 ° R.

Die zur Untersuchung verwendeten Wasserproben wurden, theils dem in den Röhren der Warmleitung befindlichen, bereits abgekühlten Wasser entnommen, theils liess ich das Wasser aus den Röhren abfliessen und untersuchte das dann folgende heisse Wasser.

Mit einer sterilen graduirten Pipette wurden den in mässig starkem Strahl ausfliessenden Wasser entweder nur einige Tropfen oder bis zu $^1/_2$ ccm zur Untersuchung entnommen; hierbei wurde besondere Sorgfalt darauf verwendet, dass keine Luft und etwa mit derselben Keime in die Pipette angesaugt würden. Diese Proben wurden, nachdem die Temperatur des

ausfliessenden Wassers bestimmt war, in sterile in einem Reagensglase befindliche, verflüssigte Nährgelatine gebracht, worauf dann das Reagensglas mit einem sterilen Wattepfropf verschlossen wurde.

Damit nun die Gelatine nicht in zu starker Schicht erstarre, und somit das Zählen der sich entwickelnden Kolonien erschwere, legte ich die Reagensgläser bis zum Erstarren des Inhalts möglichst flach hin und verbreitete auf diese Weise die Gelatine über eine möglichst grosse Fläche der Gefässwandungen. Die Aufbewahrung der Gläser geschah in einem geheizten Zimmer und zwar in der Nähe des Ofens. An den folgenden Tagen wurde die Entwickelung der Kolonien beobachtet und die Anzahl derselben später festgestellt.

Versuch I.

Dem in den Leitungsröhren befindlichen Wasser wird $^1/_2$ ccm. entnommen; die Temperatur desselben beträgt + 13° R. Am 4. Tage zeigen sich die ersten Spuren von Kolonieentwickelung. Am 7. Tage zählte ich in der Gelatine 130 Kolonien, und es nimmt die Anzahl derselben in den folgenden Tagen nicht mehr zu. Ein ccm. Wasser enthält also 260 Keime.

Versuch II.

Ebenfalls aus dem Röhrenwasser werden 2 Tropfen entnommen. Temperatur beträgt + 14° R. Vor dem 4. Tage werden keine Kolonien bemerkt, am 11. Tage beträgt die Zahl derselben 25, demnach enthält ein ccm. 250 Keime. Nach dem 11. Tage vermehrt sich die Zahl der Kolonien nicht.

Versuch III.

Dem Röhrenwasser von der Temperatur + 16° R. werden 5 Tropfen entnommen. Am 4. Tage werden

wieder die ersten Kolonien bemerkt. Am 7. Tage beträgt die Zahl 65 und nimmt in der Folgezeit nicht mehr zu. 1 ccm Wasser enthält also 260 Keime.

Versuch IV.

Nachdem das Wasser aus den Röhren abgeflossen, werden 3 Tropfen entnommen. Die Temperatur beträgt + 36° R. Am 4. Tage werden vereinzelte Kolonien erkannt. Bis zum 12. Tage vermehrt sich die Zahl derselben bis auf 7 und nimmt darauf nicht mehr zu. 1 ccm enthält also 45 Keime.

Versuch V.

Dem Wasser von + 38° wird $^1/_2$ ccm entnommen. Am 4. Tage werden 2 Kolonien entdeckt. Diese Zahl steigt bis zum 9. Tage auf 22 und bleibt dann constant. 1 ccm enthält also 44 Keime.

Versuch VI.

Dem Wasser mit der Temperatur von + 53° R. welche als die höchste gemessen wurde, wird $^1/_2$ ccm entnommen. Am 6. Tage zeigen sich die ersten Kolonien und vermehren sich bis zum 10. Tage auf 5; 1 ccm enthält also 10 Keime.

Versuch VII.

Zur Controlle der vorigen Untersuchungen wurde noch ein Versuch mit Wasser aus der Kaltwasserleitung angestellt. Diesem Wasser mit einer Temperatur von + 10° R. wird $^1/_2$ ccm entnommen. Am folgenden Tage zeigen sich bereits 34 Kolonien, das macht also pro ccm 68 Keime. Am 4. Tage ist fast die ganze Gelatine verflüssigt.

Aus den Resultaten dieser Untersuchungen geht hervor, dass ein blosses, auch längere Zeit dauerndes

Erwärmen des Wassers nicht im Stande ist, die Bacterien abzutödten, sondern dass dieselben hierdurch nur in ihrer Lebensfähigkeit abgeschwächt und in ihrer Entwicklung gehemmt werden. Dass dies letztere aber der Fall ist, beweist deutlich der Umstand, dass bei sämmtlichen Versuchen während der ersten 3 Tage überhaupt keine Koloniebildung bemerkt werden konnte, während bei dem Controllversuch mit Wasser aus der Kaltleitung schon am 2. Tage zahlreiche Keime zur Entwickelung gelangt waren, und am 4. bereits die Gelatine fast vollständig verflüssigt war.

Wie die Erwärmung des Wassers in der Göttinger Klinik bewerkstelligt wird, ist mir unbekannt. Jedenfalls stimmt das Ergebniss meiner sorgfältig ausgeführten Untersuchungen nicht mit den in Göttingen gewonnenen Resultaten[1]) überein. Ich kann das Wasser der Warmleitung in der Rostocker chirurgischen Klinik nicht als keimfrei bezeichnen.

Zum Schlusse sei es mir noch gestattet meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimen Medicinalrath Professor Dr. Madelung, für die Anregung zu dieser Arbeit, sowie Herrn Professor Dr. Uffelmann, in dessen Institute und unter dessen Leitung die in der Abhandlung erwähnten bacteriologischen Untersuchungen ausgeführt worden sind, für die Liebenswürdigkeit, mit welcher er mich unterstützte, auch an dieser Stelle meinen herzlichen Dank auszusprechen.

---

[1]) Zu der Annahme, dass etwa durch ein zu frühes Abbrechen der Beobachtung die erst spät erfolgende Entwicklung der Keime nicht gesehen worden wäre, besteht sicher keine Berechtigung.